



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 44 28 136 A 1

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 23 F 4/00**  
C 23 C 14/50

(71) Anmelder:  
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

(74) Vertreter:  
Schlagwein, U., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 61231 Bad Nauheim

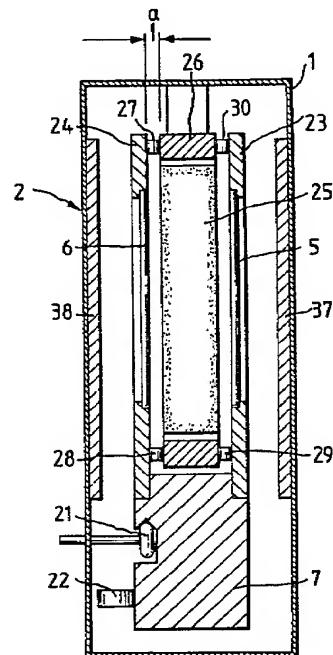
(21) Aktenzeichen: P 44 28 136.6  
(22) Anmeldetag: 9. 8. 94  
(43) Offenlegungstag: 15. 2. 96

(72) Erfinder:  
Gesche, Roland, Dr., 63500 Seligenstadt, DE; Keim, Karl, 63654 Büdingen, DE; Rauner, Helmut, 61130 Nidderau, DE; Wurpts, Günter, 63875 Mespelbrunn, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
US 51 33 285  
US 45 93 644  
JP Patents Abstracts of Japan: 1-319691 A., C-698, March 8, 1990, Vol.14, No.123;  
1-298182 A., C-689, Febr.15, 1990, Vol.14, No. 80;  
3- 79759 A., C-843, June 25, 1991, Vol.15, No.248;

(54) Vakuum-Beschichtungsanlage

(57) Eine Vakuum-Beschichtungsanlage hat eine als Sputterzstation ausgebildete Prozeßstation (2), in welcher zwischen zwei Substrathaltern (23, 24) mit Substraten (5, 6) eine Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) angeordnet ist. Dabei ist zwischen den Substrathaltern (23, 24) und der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) jeweils ein geringer Abstand (a) vorgesehen, welcher kleiner ist als der Dunkelraumabstand.



DE 44 28 136 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12.95 508 067/214

6/28

DE 44 28 136 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vakuum-Beschichtungsanlage, bei der in einem Gehäuse mehrere Prozeßstationen vorgesehen sind, von denen zumindest eine mit einer Sputterkathode versehen ist und die Transportwagen mit zumindest einem in oder parallel zu der Bewegungsebene ausgerichteten Substrathalter hat, in den zumindest ein Substrat einzusetzen ist und der im Bereich des Substrates eine den zu beschichtenden Bereich freilassende Durchbrechung aufweist.

Vakuum-Beschichtungsanlagen der vorstehenden Art sind als In-Line-Sputteranlagen bekannt und werden insbesondere zur Beschichtung von Gläsern für die Displaytechnik mit Indium-Zinn-Oxid (ITO), SiO<sub>2</sub> oder Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> eingesetzt.

Zum Reinigen der Substrate ist in anders gestalteten Vakuum-Beschichtungsanlagen das Sputterätzen bekannt. Dabei wird statt der Kathode mit dem Target das elektrisch nicht leitende Substrat der Hochfrequenz ausgesetzt, so daß sich dort ein Plasma bildet und Oxidschichten oder Verunreinigungen vom Substrat abgetragen werden. Die Beaufschlagung des Substrates mit Hochfrequenz erfolgt bei elektrisch leitenden Substraten dadurch, daß man die Hochfrequenz an einen als offenen Rahmen ausgebildeten Substrathalter anlegt. Wenn die Substrate jedoch elektrisch nicht leitend sind, dann müssen die Substrathalter hinter den Substraten eine geschlossene Fläche aufweisen, da anderenfalls auf nichtleitende Substrate keine Ätzwirkung zu erzielen wäre.

Eine solche geschlossene Fläche ist jedoch nicht zu verwirklichen, wenn hinter den Substraten eine Substratheizung vorgesehen werden muß, was beispielsweise beim Beschichten von Gläsern durch Sputtern mit Indium-Zinn-Oxid vorteilhaft ist. Es entsteht somit das Dilemma, daß zum Sputterätzen der Bereich hinter den Substraten geschlossen, für das Beheizen beim Sputtern jedoch frei bleiben muß.

Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine Vakuum-Beschichtungsanlage der eingangs genannten Art so auszubilden, daß Substraten zum Durchführen eines Sputterätzens Hochfrequenz zugeführt werden kann, ohne daß hierdurch die Möglichkeit einer Substratbeheizung von der Sputterkathode gegenüberliegenden Seite ausgeschlossen wird.

Dieses Problem wird erfahrungsgemäß dadurch gelöst, daß zur Bildung einer Sputterätzstation an einer einem Anodenblech gegenüberliegenden Seite eine plattenförmige Hochfrequenz-Einkoppelelektrode ortsfest und gegenüber dem Gehäuse elektrisch isoliert angeordnet ist, die zum mittels des Transportwagens vor ihr gefahrenen Substrat einen solchen geringen Abstand hat, daß zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode und dem Substrathalter kein Plasma entsteht.

Bei einer solchen Vakuum-Beschichtungsanlage kann der Substrathalter eine ihn vollständig durchdringende Durchbrechung aufweisen, da die Hochfrequenzenergie beim Sputterätzen kapazitiv in das Substrat eingekoppelt wird. Hierbei ist wichtig, daß der Abstand zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode und dem Substrathalter kleiner als der Dunkelraumabstand ist, damit kein Plasma entsteht, wodurch sich der Ätzvorgang umkehren würde, so daß Material von der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode abgetragen und auf die Substrate niedergeschlagen würde.

Der geringe Abstand zwischen dem Substrathalter und der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode hat abgese-

hen davon, daß er eine Substratbeheizung von der Rückseite der Substrate in einer Sputterbeschichtungsstation ermöglicht, den Vorteil, daß die Substrathalter oder die Substrate die Hochfrequenz-Einkoppelelektronen nicht berühren müssen. Dadurch werden Mittel zum Verfahren der Substrathalter quer zur Bewegungsrichtung der Transportwagen vermieden, so daß die Vakuum-Beschichtungsanlage einfach aufgebaut sein kann und keine erhöhte Gefahr einer Partikelbildung durch Abrieb gegeben ist. Hierbei ist zu bedenken, daß solche Mittel zum Verfahren der Substrate in Querrichtung wegen des Hochvakuums in der Anlage trocken arbeiten und Temperaturen von bis zu 400°C standhalten müßten, was großen Aufwand erfordern würde und wodurch sich eine Partikelbildung niemals völlig ausschließen ließe. Hinzu kommt, daß bei stehender Ausrichtung der Substrathalter alle Antriebseinrichtungen unterhalb der Substrate angeordnet werden können, was die Gefahr einer Kontamination der Substrate durch Partikel zusätzlich vermindert.

Zur Erhöhung der Leistung der erfahrungsgemäßen Vakuum-Beschichtungsanlage kann man — gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung vergleichbar wie bei In-Line-Anlagen ohne die Möglichkeit des Sputterätzens — vorsehen, daß der Transportwagen zwei parallel zueinander in Bewegungsrichtung des Transportwagens angeordnete Substrathalter hat, deren gegenseitiger Abstand so bemessen ist, daß die Substratträger vor beide Seiten der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode mit dem eine Plasmabildung ausschließenden Abstand bewegbar sind.

Ein besonders geringer apparativer Aufwand ergibt sich, wenn gemäß einer anderen, vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Transportwagen zum Anhalten in eine solche Position ausgebildet sind, in der die Substrate in den beiden jeweiligen Substrathaltern der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode gegenüberliegen. Mit einer solchen Vakuum-Beschichtungsanlage läßt sich ein statisches Sputterätzen durchführen.

Die Erfindung kann jedoch auch für ein dynamisches Sputtern angewandt werden, wenn gemäß einer anderen Weiterbildung die Transportwagen zum gleichmäßigen Vorbeifahren an der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode ausgebildet sind und jeder Substrathalter eine Abdeckung aufweist, welche über den Spalt zwischen ihm und benachbarten Substrathaltern greift.

Die Anordnung der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode in der Anlage ist besonders einfach, wenn sie innerhalb eines diese an ihren Kanten umgreifenden Rahmens angeordnet ist, wobei zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode und der ihr zugewandten Innenseite des Rahmens zur Halterung der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode Isolatoren angeordnet sind.

Ein zu geringer Abstand zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode und den Substrathaltern läßt sich auf einfache Weise dadurch verhindern, daß im Rahmen um parallel zur Ebene der Substrathalter ausgerichtete Achsen drehbare Abweisrollen angeordnet sind, gegen welche die Substrathalter beim Passieren der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode anliegen.

Einen zu großen Abstand zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode und den Substrathaltern könnte man beim statischen Sputterätzen dadurch verhindern, daß man in der Sputterätzstation die Substrathalter gegen die Abweisrollen spannt. Besonders einfach ist jedoch ein zu großer Abstand auszuschließen, wenn gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung die Substrathalter einen geringfügig

kleineren gegenseitigen Abstand haben als der maximale Abstand in Querrichtung zwischen den äußersten Be reichen der Abweisrollen.

Konstruktiv besonders einfach ist es, wenn die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode im Gehäuse hängend angeordnet ist.

Die Erfindung läßt zahlreiche Ausführungsformen zu. Zur weiteren Verdeutlichung ihres Grundprinzips wird nachfolgend auf die Zeichnung Bezug genommen. Diese zeigt stark schematisch in

Fig. 1 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Vakuum-Beschichtungsanlage,

Fig. 2 einen Querschnitt durch die Vakuum-Beschichtungsanlage,

Fig. 3 einen Blick von der Seite in das Innere der Vakuum-Beschichtungsanlage im Bereich der Sputterätzstation,

Fig. 4 einen Bereich zwischen zwei Substrathaltern.

Die in Fig. 1 schematisch als Ganzes dargestellte Vakuum-Beschichtungsanlage hat in einem Gehäuse 1 hintereinander mehrere Prozeßstationen 2, 3, 4. Bei der Prozeßstation 2 handelt es sich um eine Sputterätzstation, während die Prozeßstationen 3 und 4 jeweils eine Sputterprozeßkammer darstellen, in der zu beiden Seiten von Transportwagen 7 Sputterkathoden 19, 20 angeordnet sind. Die Transportwagen 7 dienen zum Transport und Halten der in Fig. 2 gezeigten, zu beschichtenden Substrate 5, 6. Diese werden in einer Beladestation 8 mit den Substraten 5, 6 beladen und fahren dann nach einander in ein Einschleusmodul 9 und danach zu den einzelnen Prozeßstationen 2, 3 und 4. Zwischen den Prozeßstationen 3 und 4 ist eine Pufferstation 10 vorgesehen, während sich hinter der Prozeßstation 4 zwei Ausschleusmodule 11, 12 und eine Entladestation 13 befinden. Die einzelnen Stationen und Module sind durch Schleusen voneinander getrennt, beispielsweise die Schleusen 14, 15 der Prozeßstation 3.

Die für die Evakuierung erforderlichen Pumpen sind in Fig. 1 ebenfalls dargestellt. Während das Einschleusmodul 9 und das Ausschleusmodul 12 nur beispielsweise mit einer Rootspumpe 16 und einer Trivacpumpe 17 versehen sind, weisen die Prozeßstationen 2, 3, 4 sowie die Pufferstation 10 und das erste Ausschleusmodul 11 zusätzlich eine Hochvakuumpumpe 18 auf, beispielsweise eine Turbomolekularpumpe.

Die Fig. 2 zeigt gegenüber Fig. 1 stark vergrößert in dem Gehäuse 1 den Transportwagen 7, welcher durch angetriebene Rollen 21, 22 verfahrbar ist. Dieser Transportwagen 7 hat an jeder seiner Längsseiten jeweils einen als Rahmen ausgebildeten Substrathalter 23, 24, in welche von der Innenseite her Substrate 5, 6 eingesetzt sind. Der Transportwagen 7 mit den Substrathaltern 23, 24 und auch das Gehäuse 1 sind geerdet. Zum Be- und Entladen der Substrathalter 23, 24 klappt man diese um ihre Unterkante nach außen, so daß die Substrate 5, 6 von oben her eingelegt oder entnommen werden können.

Zwischen den Substrathaltern 23, 24 ist so viel Platz, daß diese mit einem geringen Abstand a zu beiden Seiten vor eine plattenförmige Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 zu fahren sind. Die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 ist an ihren Schmalseiten von einem als Dunkelraumabschirmung dienenden Rahmen 26 umschlossen, aus dem um vertikale Achsen drehbare Abweisrollen 27, 28, 29, 30 ragen, gegen welche die Substrathalter 23, 24 anliegen, so daß der Abstand a nicht unterschritten werden kann. Dieser Abstand a ist kleiner als der Dunkelraumabstand. Deshalb kann zwischen

dem Substrat 6 und der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 und auf der anderen Seite zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 und dem Substrat 5 kein Plasma entstehen. Jeweils auf der der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 abgewandten Seite jedes Substrathalters 23, 24 befindet sich ein Anodenblech 37, 38, welches ebenso wie das Gehäuse 1 geerdet ist.

Die Fig. 3 läßt erkennen, daß der Rahmen 26 mit Trägern 31, 32 an der Decke des Gehäuses 1 befestigt ist.

10 Dieser Rahmen 26 hat an seiner Innenkante mehrere Isolatoren 33, welche die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 elektrisch isoliert halten. Die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 ist auf übliche Weise mit einer Durchführung 34 versehen, so daß ihr von außen Hochfrequenzenergie zugeführt werden kann. Zu erkennen sind im Rahmen 26 auch die Abweisrollen 27, 28 und zwei weitere Abweisrollen 35, 36.

Rechts neben dem Rahmen 26 sieht man zwei Transportwagen 7, 7a und auf ihnen jeweils einen Substrathalter 24, 24a mit zwei Substraten 6, 6' und 6a, 6a'.

20 Normalerweise wird man beim Sputterätzen den jeweiligen Wagen 7 unterhalb der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 für den Sputterätzvorgang anhalten lassen. Prinzipiell ist jedoch auch ein dynamisches Sputterätzen möglich. Dann darf zwischen den Substrathaltern 24, 24a verschiedener Transportwagen 7, 7a kein offener Spalt vor die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode 25 gelangen, weil sonst statt Verunreinigungen der Substrate 5, 6 Material von der Hochfrequenz-Einkoppelektrode 25 abgetragen würde. Solche Spalten können, was die Fig. 4 zeigt, durch eine Abdeckung 39 vermieden werden, welche jeweils an einem Substrathalter 24 befestigt ist und hinter die der nächstfolgende Substrathalter 24a greift.

#### 35 Bezugszeichenliste

- 1 Gehäuse
- 2 Prozeßstation
- 3 Prozeßstation
- 4 Prozeßstation
- 5 Substrat
- 6 Substrat
- 7 Transportwagen
- 8 Beladestation
- 9 Einschleusmodul
- 10 Pufferstation
- 11 Ausschleusmodul
- 12 Ausschleusmodul
- 13 Entladestation
- 14 Schleuse
- 15 Schleuse
- 16 Rootspumpe
- 17 Trivacpumpe
- 18 Hochvakuumpumpe
- 19 Sputterkathode
- 20 Sputterkathode
- 21 Rolle
- 22 Rolle
- 23 Substrathalter
- 24 Substrathalter
- 25 HF-Einkoppelelektrode
- 26 Rahmen
- 27 Abweisrolle
- 28 Abweisrolle
- 29 Abweisrolle
- 30 Abweisrolle
- 31 Träger

32 Träger  
33 Isolator  
34 Durchführung  
35 Abweisrolle  
36 Abweisrolle  
37 Anodenblech  
38 Anodenblech  
39 Abdeckung.

Patentansprüche 10

1. Vakuum-Beschichtungsanlage, bei der in einem Gehäuse mehrere Prozeßstationen vorgesehen sind, von denen zumindest eine mit einer Sputterkathode versehen ist und die Transportwagen mit zumindest einem in oder parallel zu der Bewegungsebene ausgerichteten Substrathalter hat, in den zumindest ein Substrat einzusetzen ist und der im Bereich des Substrates eine den zu beschichtenden Bereich freilassende Durchbrechung aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß zur Bildung einer Sputterätzstation (Prozeßstation 2) an einer einem Anodenblech (37, 38) gegenüberliegenden Seite eine plattenförmige Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) ortsfest und gegenüber dem Gehäuse (1) elektrisch isoliert angeordnet ist, die zum mittels des Transportwagens (7) vor ihr gefahrenen Substrat (5, 6) einen solchen geringen Abstand (a) hat, daß zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) und dem Substrathalter (23, 24) kein Plasma entsteht. 15
2. Vakuum-Beschichtungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Transportwagen (7) zwei parallel zueinander in Bewegungsrichtung des Transportwagens (7) angeordnete Substratträger (23, 24) hat, deren gegenseitiger Abstand so bemessen ist, daß die Substraträger (23, 24) vor beide Seiten der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) mit dem eine Plasmabildung ausschließenden Abstand (a) bewegbar sind. 20
3. Vakuum-Beschichtungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportwagen (7) zum Anhalten in eine solche Position ausgebildet sind, in der die Substrate (5, 6) in den beiden jeweiligen Substrathaltern (23, 24) der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) gegenüberliegen. 25
4. Vakuum-Beschichtungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Transportwagen (7) zum gleichmäßigen Vorbeifahren an der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) ausgebildet sind und jeder Substrathalter (23, 24) eine Abdeckung (39) aufweist, welche über den Spalt zwischen benachbarten Substrathaltern (24a) greift. 30
5. Vakuum-Beschichtungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochfrequenz-Einkoppelektrode (25) innerhalb eines diese an ihren Kan ten umgreifenden Rahmens (26) angeordnet ist, wobei zwischen der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) und der ihr zugewandten Innenseite des Rahmens (26) zur Halterung der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) Isolatoren (33) angeordnet sind. 35
6. Vakuum-Beschichtungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Rahmen (26) um parallel zur Ebene der Substrathalter (23, 24) ausgerichtete 40

Achsen drehbare Abweisrollen (27, 28, 29, 30, 35, 36) angeordnet sind, gegen welche die Substrathalter (23, 24) beim Passieren der Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) anliegen. 45

7. Vakuum-Beschichtungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrathalter (23, 24) einen geringfügig kleineren gegenseitigen Abstand haben als der maximale Abstand in Querrichtung zwischen den äußersten Bereichen der Abweisrollen (27, 28, 29, 30, 35, 36). 50

8. Vakuum-Beschichtungsanlage nach zumindest einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochfrequenz-Einkoppelelektrode (25) im Gehäuse (1) hängend angeordnet ist. 55

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**

FIG.1

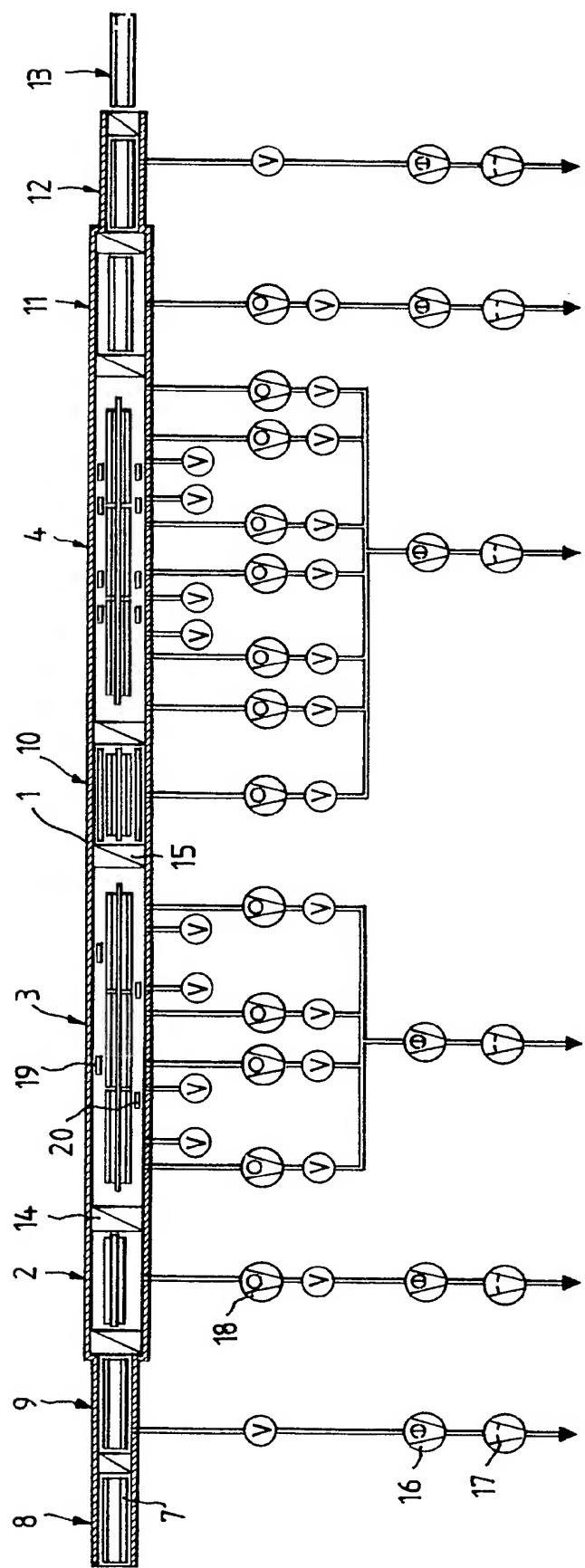


FIG.2

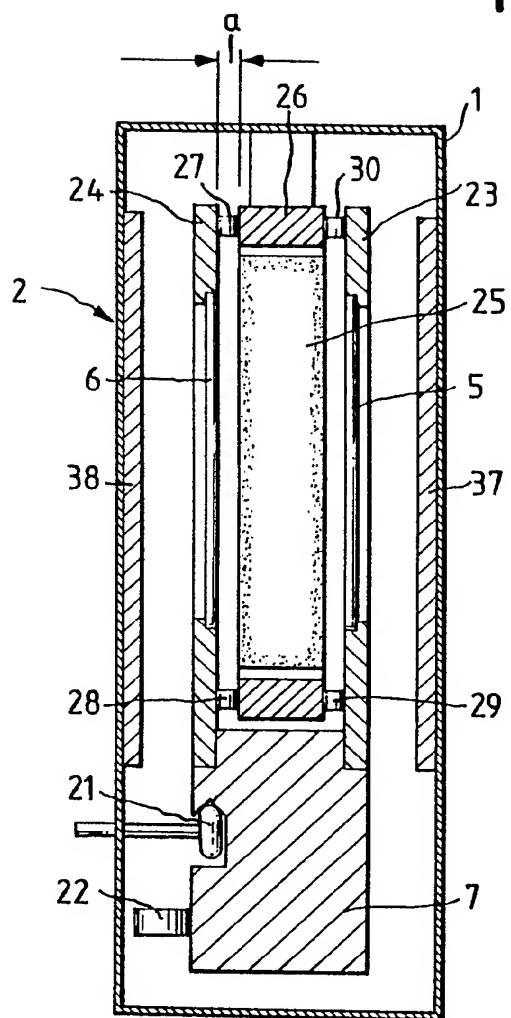
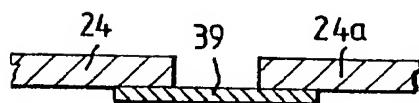


FIG.4



**FIG.3**